

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГЛАВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ

С. А. Хорошавин^{1,2},

доцент

О. С. Бормотова²,

магистрант.

¹Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург

²Уральский государственный горный университет, Екатеринбург

Аннотация. Показано, что соотношения между энергосиловыми параметрами, реализуемыми на ведущих звеньях (штоках гидроцилиндров) главных механизмов (механизмов поворота стрелы, поворота рукояти и поворота ковша), и параметрами выходных звеньев (стрела, рукоять и ковш) определяются кинематическими и динамическими свойствами главных механизмов, представляющими собой рычажно-гидравлические механизмы. Введено понятие передаточной функции, т. е. функциональной зависимости между параметрами выходных и ведущих звеньев рычажно-гидравлических механизмов.

Ключевые слова: рычажно-гидравлические механизмы, ведущие и выходные звенья, передаточные функции.

DETERMINATION OF MODE PARAMETERS OF THE MAIN MECHANISMS OF HYDRAULIC EXCAVATORS

Abstract. It is shown that the relationship between the power parameters realized on the driving links (hydraulic cylinder rods) of the main mechanisms (mechanisms for boom rotation, arm rotation and bucket rotation), and the parameters of the output links (boom, stick and bucket) are determined by the kinematic and dynamic properties of the main mechanisms, which are lever-hydraulic mechanisms. The concept of transfer function is introduced — the functional relationship between the parameters of the output and driving links of lever-hydraulic mechanisms.

Keywords: lever-hydraulic mechanisms, driving and output links, transfer functions.

Качество создаваемых механизмов и машин в значительной мере определяется степенью использования методов теории механизмов и машин. Чем более полно будут учтены при проектировании и расчетах кинематические и динамические характеристики механизмов, тем совершеннее будут конструкции машин.

Цель исследования — обоснование рациональных геометрических параметров рычажно-гидравлических механизмов, обеспечивающих заданный закон движения рабочего органа.

Задачи, решаемые в данной работе:

- проведение кинематического анализа механизмов;

- установление взаимосвязей между скоростными параметрами ведущего звена (гидроцилиндра) и выходных звеньев (стрела, рукоять, ковш).

Объектом исследования являются главные механизмы рабочего оборудования гидравличе-

ского экскаватора — механизмы поворота стрелы, рукояти и ковша.

Предмет исследования — определение кинематических характеристик механизмов рабочего оборудования.

Главные механизмы рабочего оборудования представляют собой силовые агрегаты, в которых двигатель поступательного движения (гидроцилиндр) является одновременно составной частью механизма в виде двух звеньев — цилиндра и штока. В этом случае при работе силового агрегата соотношения между параметрами механической энергии гидродвигателей и энергосиловыми параметрами, реализуемыми на выходных звеньях механизмов, зависят от вида структурной схемы рычажно-гидравлических механизмов, диапазона изменения обобщенных координат и скоростей и, соответственно, положений и угловых скоростей звеньев.

При проведении кинематического анализа рычажно-гидравлических механизмов использован

метод графоаналитического анализа [1; 2]. В результате кинематического анализа получены имитационные модели механизмов, представляющие собой системы алгебраических и тригонометрических уравнений для определения координат и скоростей точек звеньев, установлены зависимости для расчета кинематических передаточных функций механизмов, характеризующих соотношения между скоростными параметрами выходных и ведущих (гидроцилиндров) звеньев механизмов.

Получены зависимости для определения кинематических передаточных функций главных механизмов.

В общем виде выражения для передаточных функций главных механизмов составят:

$$\Phi_{V_i} = \frac{V_{\text{вых},i}}{V_{\text{вед},i}} = f_1(l_i, \phi_i),$$

$$\Phi_{F_i} = \frac{F_{\text{вых},i}}{F_{\text{вед},i}} = f_2(l_i, \phi_i, F_{ci}),$$

где Φ_{V_i}, Φ_{F_i} — кинематическая и динамическая передаточная функции i -го механизма; $V_{\text{вых},i}, V_{\text{вед},i}$ — скорости выходного и ведущего звеньев i -го механизма; $F_{\text{вых},i}, F_{\text{вед},i}$ — усилия, действующие на выходном и ведущем звеньях i -го механизма; l_i — размеры (длины) звеньев i -го механизма; ϕ_i — угловые соотношения между звеньями i -го механизма; F_{ci} — силы сопротивления, действующие на выходном звене i -го механизма.

Установлено, что скорости ведомых звеньев и усилия, действующие на ведомых звеньях,

а также механические характеристики рычажных механизмов в целом изменяются в широком диапазоне в течение рабочего хода и зависят от относительных положений звеньев механизмов. При этом механические характеристики некоторых механизмов не соответствуют закономерностям изменения внешних нагрузок. Так, в механизме поворота ковша усилия на режущей кромке ковша возрастают при выдвижении штока гидроцилиндра примерно на половину рабочего хода, а затем уменьшаются. Следовательно, механическая характеристика рассматриваемого механизма поворота ковша не обеспечивает соответствия между значениями силовых параметров, реализуемых на ковше, и режимом нагружения механизма, характеризующимся ростом величины внешних нагрузок в процессе копания. Следовательно, при экскавации породы в конце рабочего хода гидродвигатель будет перегружаться, что может привести к срабатыванию предохранительного клапана и прекращению рабочего процесса.

На основе имитационных моделей механизмов рабочего оборудования гидравлических экскаваторов получены выражения для определения кинематических передаточных функций механизмов. Анализ кинематических передаточных функций позволяет оценить режимы работы механизмов рабочего оборудования гидравлических экскаваторов и определить степень совершенства конструктивных схем механизмов, т. е. соответствия передаточных функций условиям функционирования механизмов.

Список литературы

1. Левитский Н. И. Теория механизмов и машин. М. : Наука, 1979. 576 с.
2. Комиссаров А. П., Шестаков В. С. Имитационная модель функционирования рабочего оборудования гидравлического экскаватора // Горное оборудование и электромеханика. 2013. № 8. С. 20–24.